

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
**ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## **ANALÝZA PROCESU VÝROBY VODÍCÍCH TÁHEL VE FIRMĚ TRW-DAS DAČICE.**

ANALYSIS OF THE PRODUCTION PROCESS IN THE COMPANY TRW-DAS OF RADIUS  
RODS

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**  
MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**Bc. BOHUSLAV KOLMAN**

**VEDOUČÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**ING. MILAN KALIVODA**

BRNO 2011

Zadání

## ABSTRAKT

V průběhu tzv. ekonomické krize v letech 2008 – 2009 byl ve firmě TRW Dačice vznesen požadavek na zvýšení efektivnosti a ziskovosti výroby vodících táhel. Tato diplomová práce se zabývá rozbořem nákladů a návrhem úsporných opatření.

### Klíčová slova

TRW Dačice, vodící táhla, Radius rod, V-link

## ABSTRACT

During the economic crisis in the years 2008 - 2009, the management of the company TRW Dačice laid the requirement to increase efficiency and profitability of the production of radius rods. Master thesis deals with the analysis and a proposal of costs-saving actions.

### Key words

TRW Dačice, Radius rod, V-link

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KOLMAN, B. *Analýza procesu výroby vodících táhel ve firmě TRW-DAS Dačice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 26 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Milan Kalivoda.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Analýza procesu výroby  
vodících táhel ve firmě TRW-DAS Dačice“ vypracoval samostatně s použitím  
odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této  
práce.

Datum:

.....

Bohuslav Kolman

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Milanu Kalivodovi za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.

Děkuji tímto firmě TRW Dačice za pomoc a podporu při vypracování diplomové práce.

**OBSAH**

ABSTRAKT .....	3
PROHLÁŠENÍ .....	4
PODĚKOVÁNÍ.....	5
OBSAH.....	6
ÚVOD .....	7
1 CHARAKTER VÝROBY .....	8
2 POPIS DÍLŮ A TECHNOLOGIE .....	9
3 TECHNOLOGIE VÝROBY .....	11
3.1 POGUMOVANÝ ČEP .....	11
3.2 SVAŘOVÁNÍ TŘENÍM.....	11
3.3 LISOVÁNÍ ZA TEPLA:.....	12
4 ANALÝZA VÝROBNÍCH NÁKLADŮ .....	14
4.1 CELKOVÉ NÁKLADY .....	15
4.2 MATERIÁLOVÉ NÁKLADY .....	17
5 NÁVRHY ÚSPOR.....	19
5.1 POGUMOVANÝ ČEP .....	19
5.2 HLAVA.....	20
5.3 HLAVA – ZMĚNA DESIGNU .....	22
6 ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ .....	24
6.1 POGUMOVANÝ ČEP.....	24
6.2 HLAVA.....	24
6.3 HLAVA – ZMĚNA DESIGNU .....	24
ZÁVĚR .....	25
SEZNAM LITERATURY .....	26

## ÚVOD

TRW-DAS je významný dodavatel vodících táhel zadní nápravy pro nákladní vozidla, autobusy a pro speciální aplikace. U zákazníků je firma známa jako výrobce v oblasti malo- a středně-objemové produkce.

Výroba vodících táhel byla do Dačic převedena v roce 1994 z Německa. Postupným rozvojem výroby a vlivem příznivých ekonomických podmínek dosáhla v roce 2000 ziskovost této výroby výše 25%. Z různých politických a ekonomických důvodů byla výroba vodících táhel postupně odsunuta na okraj sféry zájmu, ve prospěch výroby komponentů pro osobní automobily, a v podstatě se zastavil její další vývoj. V průběhu dalších let, kdy rostly ceny vstupního materiálu (především oceli) a energií, kdy rostly náklady na pracovníka, snižoval se čistý zisk vlivem posilování koruny vůči světovým měnám, klesla ziskovost výroby na současných (2009) 0,8%. V průběhu tzv. ekonomické krize byly analyzovány všechny běžící výrobní projekty a byl vznesen požadavek k jejich zefektivnění a zvýšení jejich ziskovosti.



Obr. 1 V-link – použití na vozidle

## 1 CHARAKTER VÝROBY

TRW-DAS je významný dodavatel vodících táhel zadní nápravy pro nákladní vozidla, autobusy a pro speciální aplikace. U zákazníků je firma známa jako výrobce vodících táhel v oblasti malo- a středně-objemové produkce.

Obvyklý roční objem výroby se pohybuje od 10 ks do 20 000 ks. Výkresový sortiment jednotlivých druhů vodících táhel čítá přes 400 položek. Z toho 40 výkresových čísel se vyrábí v objemu vyšším než 1 000 ks za rok. Takové rozvrstvení výrobního sortimentu přináší řadu specifických problémů v řízení a organizaci výroby a zajištění toku materiálu.

Když schéma toku materiálu zjednodušíme na tři základní segmenty – dodavatel polotovarů => výroba v TRW => zákazník, můžeme pro každou část definovat největší problémy vyplývající ze současné struktury výrobního sortimentu.

Dodavatel polotovarů: požadavek TRW na objem, sortiment a termíny dodání polotovarů je úměrný rozsahu výroby. Znamená to velký počet polotovarů, které většinou jsou objednávány v malých množstvích a v některých případech nepravidelně či nárazově. Oproti těmto požadavkům stojí podmínky dodavatele, který je ochoten dodávat polotovary pouze od minimální výrobní dávky. Dodání menšího množství než je jeho minimální výrobní dávka, si kompenzuje vyšší cenou a delší dodací lhůtou. Pokud firma TRW odebere minimální množství podmiňované dodavatelem, nadbytečné polotovary musí dlouhodobě skladovat. Dochází k zvyšování skladových zásob a k vázání kapitálu v materiálu.

Výroba v TRW: široký sortiment různých výrobků vyráběných v malých objemech vytváří specifické požadavky na organizaci a obsluhu výrobních pracovišť a na spotřebu nevýrobního pracovního času. Charakteristickou vlastností tohoto typu výroby je nutnost častého přeseřizování výroby. V podstatě existují dvě cesty jak zajistit přeseřizování výroby. Jedním je mít vysoce kvalifikovaného pracovníka, jehož náplní práce je zajistit přeseřizování všech pracovišť. Nevýhodou je, nastane-li situace, kdy je nutné přeseřizovat více pracovišť v jeden okamžik. Seřizovač se může věnovat přeseřizování pouze jednoho stroje a další pracoviště čekají. Tím dochází k delším prostojům ve výrobě. Druhou cestou je zaměstnání kvalifikované obsluhy pracovišť, která je vyškolená k obsluze i k přeseřizování pracoviště. Tato varianta však vyžaduje vysoce kvalifikované pracovníky a s rostoucí kvalifikací roste také požadavek na výši platu.

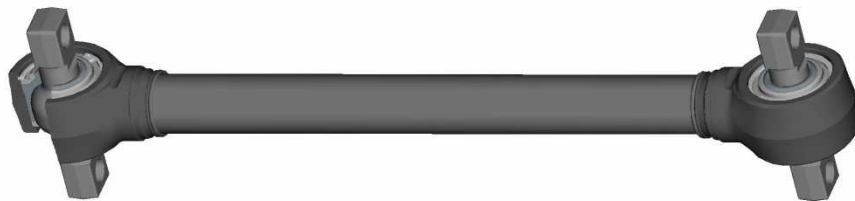
Požadavek vedení firmy je minimalizace zásob v rozpracované výrobě. Oproti tomu vlastností maloobjemové výroby jsou vysoké nároky na množství rozpracované výroby. Dalším faktorem s vlivem na velikost skladových zásob je velká hmotnost a vysoká cena jednotlivých dílů. Dodavatelé většiny polotovarů jsou z oblasti středního východu a doprava materiálu do TRW je zajišťována po moři. Dodací lhůty tohoto druhu dopravy jsou 6-8 týdnů. Důsledkem délky dodacích termínů je nutnost zřízení konsignačního skladu v České republice, odkud jsou polotovary postupně přiváženy do TRW ke zpracování.



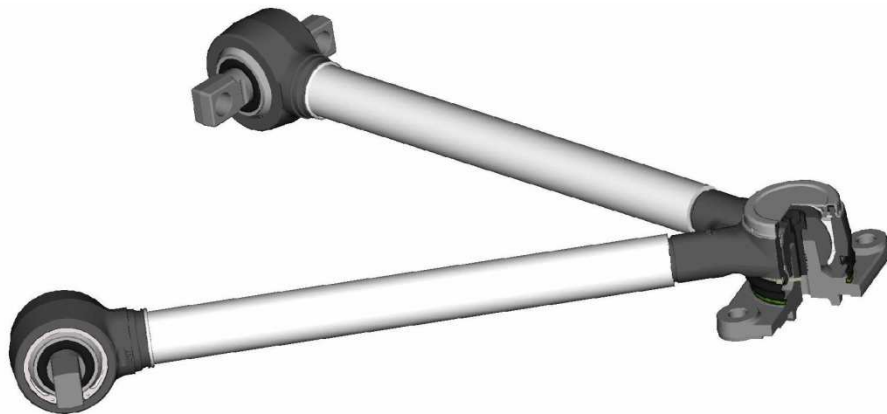
Zákazník: pokud zákazník objednává výrobky v malém množství, případně nepravidelně, musí se smířit s delší dodací lhůtou a vyšší cenou produktu (vlivem vyšší ceny za dopravu a vyšších nákladů na výrobu malého množství kusů).

## 2 POPIS DÍLŮ A TECHNOLOGIE

Vodící táhla jsou dvojího provedení - „Radius rod“ (obr. 2.1) a „V-links“ (obr. 2.2). Každá z variant se vyrábí v několika konstrukčních modifikacích a v mnoha velikostech podle požadavků zákazníka a způsobu použití. Obě varianty vodících táhel slouží k uchycení zadní nápravy, především nákladních automobilů, k základnímu rámu vozidla. Jejich úkolem je zajišťovat stabilitu a polohu zadní nápravy a zároveň omezit přenos nárazů z nápravy na rám konstrukce vozidla.



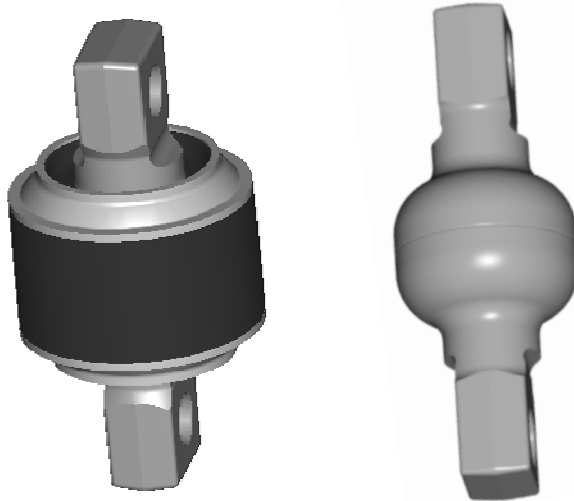
Obr. 2.1 Radius Rod – sestava



Obr. 2.2 V-link – sestava

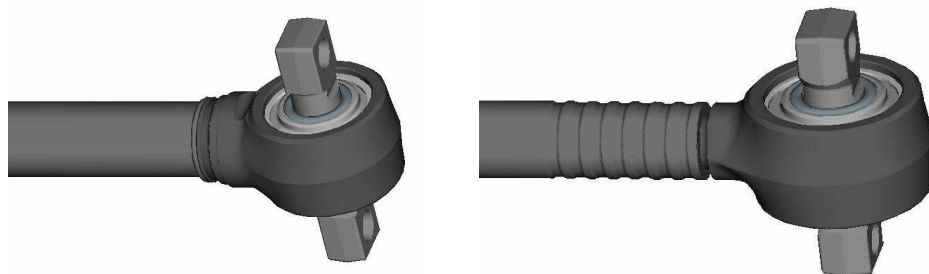
Vodící táhla se, podle varianty provedení, skládají ze tří až patnácti samostatných součástí. Konstrukčně nejjednodušší jsou v provedení Radius rod, které jsou složeny z pogumovaného čepu, hlavy a trubky.

Pogumovaný čep (obr. 2.3) je přímo přišroubován k nápravě respektive k rámu vozidla a zajišťuje, v určitých mezích, pružné spojení mezi konstrukcí vozidla a vodícím táhlem. Vrstva gumy na čepu částečně tlumí vibrace a rázy, které vznikají za provozu, a umožňuje částečný pohyb čepu v hlavě k vyrovnání vzájemného pohybu nápravy a rámu stroje.



Obr. 2.3 Pogumovaný a obrobený čep

Hlava je pouzdro pro pogumovaný čep. V zásadě je možné dvojí provedení designu hlavy (obr. 2.4), od něhož se následně odvíjí technologie výroby táhla a postup opracování hlavy. Polotovar hlavy pro táhlo svařované třením je vyráběn jako výkovek z materiálu zaručujícího svaření. Polotovar hlavy pro táhlo lisované za tepla je vyráběn jako výkovek nebo odlitek. Každá z variant výroby táhla, svařované či lisované, má své výhody a nevýhody (viz kapitola Technologie výroby).



Obr. 2.4 Svařovaná a lisovaná hlava

Trubka je spojovací prvek vodícího táhla. Její rozměry charakterizují způsob použití a velikost dovoleného zatížení. Nerozebíratelné spojení s hlavou je

možné provést dvěmi rozdílnými technologiemi (svařování třením a lisování za tepla) a volba závisí na provedení hlavy.

### 3 TECHNOLOGIE VÝROBY

Pro většinu vodících táhel typu Radius rod a pro ramena V-links je využívána technologie svařování třením. Pouze spojení středové hlavy V-links s rameny a ohýbaná táhla Radius rod jsou vyráběna technologií lisování za tepla.

Velkou výhodou svařování třením je detailní sledování průběhu procesu strojem a kontrola mnoha parametrů, které mají či mohou mít vliv na kvalitu svařovaného spoje (otáčky vřetena, rychlost posuvu v jednotlivých fázích svařovacího cyklu, přechovací a lisovací tlaky, vzdálenost přechování).

Pro oba technologické postupy je nutné použít polotovary se specifickými vlastnostmi. Na první pohled je patrný rozdíl především v designu hlav, protože každá z technologií vyžaduje speciální tvar dřívku.

#### 3.1 Pogumovaný čep

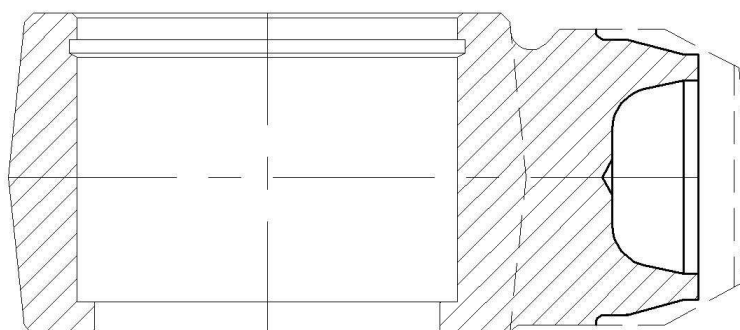
Výchozím polotovarem pro výrobu pogumovaného čepu je výkovek. první operací je vrtání otvorů, které v dalších operacích slouží jako upínací základna. Pro operaci vrtání je čep středěn pomocí prizma za kouli, čímž dochází k zajištění souososti koule a vrtaných otvorů. Druhá operace je soustružení kontury koule. Čep je upnut za již vyvrtané otvory. Toto upnutí zaručuje dosažení souososti mezi koulí a vranými otvory a dovoluje rovnoměrné využití přídatku materiálu na výkovku. Protože kontura koule je jednoduchý geometrický tvar a přídatek materiálu je malý, je výhodné k obrábění použít dvouvřetenový kopírovací soustruh s jedním nožovým držákem. Nanesení vrstvy gumy provádí externí firma v Německu, která má s tímto procesem dlouholeté zkušenosti.

#### 3.2 Svařování třením

Svařování třením je proces výroby nerozebíratelného spoje rotačních součástí. V našem případě jedna součást (hlava) koná rotační pohyb a druhá součást (trubka) je pevně upnutá a koná posuvný pohyb, čímž dochází k přechování materiálu do svarového spoje.

Základní podmínkou pro využití technologie svařování třením je použití materiálu vhodného ke svařování třením. Materiál trubky je ocel ST52 a jedná se o trubky tažené za studena. Trubka je dělená na pásové pile a její čela jsou zarovnána na jednoúčelovém stroji. Hlava je zápustkový výkovek z materiálu ST52. Výhodou zápustkového kování je vysoká přesnost a opakovatelnost výroby výkovku a zvýšená pevnost výkovku v důsledku plastické deformace v zápustce. Nevýhodou této technologie jsou vysoké náklady na výrobu a obnovu nástrojů – zápustek.

Pro svařování třením je nutné na dříku hlavy obrobít složitou tvarovou plochu (obr. 3.1). Její tvar a rozměry jsou výsledkem výzkumu konstruktérů a technologů TRW. Tvar je uzpůsoben tak, aby při svařování docházelo k optimálnímu průběhu ohřevu svařovaných součástí a po skončení procesu k rovnoměrnému chladnutí. Výsledkem je svarový spoj s minimálními hodnotami zbytkových napětí, které by mohly způsobit výraznou deformaci sestavy. Kvalita svarového spoje se v pravidelných intervalech ověřuje ve zkušebním středisku firmy. Pro ověření se používá modifikovaná trhací zkouška. Vzorek je plochý výřez z táhla z oblasti svaru a části trubky o tloušťce přibližně 10 mm. Vzorek je upnut do trhacího stroje a zatěžován, dokud nedojde k porušení vzorku. Vyhodnocujeme, kde došlo k porušení materiálu. Abychom zkoušku vyhodnotili jako vyhovující, nesmí dojít k porušení vzorku v oblasti svaru a v oblasti ovlivněné svarem. Touto zkouškou si ověřujeme, že pevnost v tahu svarového spoje je větší než pevnost v tahu trubky táhla.



Obr. 3.1 Tvar dříku hlavy pro svařování třením

**Výhody:** rychlý a bezpečný způsob výroby spoje. Stroj kontroluje velké množství parametrů, které musí být splněny pro výrobu kvalitního spoje (otáčky vřetena, rychlost posuvu v jednotlivých fázích svařovacího cyklu, pýchovací a lisovací tlaky, vzdálenost pýchování). Protože celý stroj je uzavřen bezpečnostními kryty a ochrannými bezpečnostními prvky, je na minimum sníženo nebezpečí vzniku pracovního úrazu v průběhu procesu.

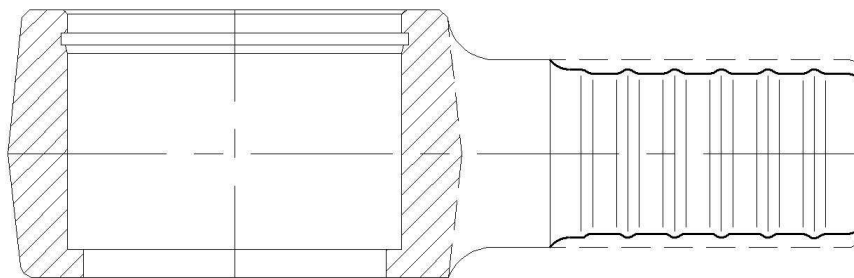
**Nevýhody:** poměrně dlouhý vlastní cyklus stroje, protože obsahuje dobu na chladnutí svaru při přesně definované poloze. Výroba složitého tvaru dříku na hlavě. Svařování třením lze použít jenom na určité tvary vodících táhel – Radius rod nebo ramena V-links. Svařování třením nelze použít pro několikrát ohýbané díly. Při chladnutí dílů na okolní teplotu může dojít, vlivem vnitřního pnutí tepelně ovlivněné oblasti slabé stěny trubky, k mírné deformaci geometrie táhla.

### 3.3 Lisování za tepla:

Lisování za tepla je proces výroby nerozebíratelného spoje. V našem případě je trubka nahřata na teplotu 750° - 800°C. Pracovním zdvihem hydr

kého lisu je trubka nalisována na dřík hlavy. Protože při lisování za tepla není nutné splnit požadavek na svařitelnost materiálu, je polotovar hlavy vyroben z tvárné litiny EN-GJS-500-7 technologií odlévání do pískové formy.

Dřík hlavy má tvar válcové stopky, která je na povrchu opatřena tvarovým profilem – vlnovec (obr. 3.2). Tento se skládá z několika kroužků a jeho účelem je zvětšit kontaktní plochu lisovaného spoje a zároveň vytvořit profil zamezující porušení spoje při axiálním zatížení.



Obr. 3.2 Tvar dříku hlavy pro lisování za tepla

Před lisováním je trubka nahřata v zařízení s indukčním ohřevem na teplotu 750° - 800 °C, poté je nasunuta na dřík hlavy a společně jsou založeny do lisovací matrice a je proveden lisovací zdvih. Při vlastním lisování poklesne teplota dostatečně nízko, aby bylo možné ihned manipulovat s dílem bez rizika poškození lisovaného spoje.

Stroj kontroluje následující parametry: teplota trubky před lisováním, tlak lisování a výdrže, dráha pracovního zdvihu.

Výhody: rychlý způsob výroby spoje. Ihned po slisování lze manipulovat s dílem. Rychlý a levný způsob obrobení dříku hlavy. Lze vyrábět všechny typy konstrukcí vodících táhel (rovné, úhlové, ohýbané, V-links). Vysoká přesnost opakovatelnosti výroby lisovaného spoje.

Nevýhody: nebezpečí vzniku úrazu popálením při manipulaci s nahřátou trubicí i při manipulaci s celým táhlem. Vyšší hmotnost vodícího táhla.

## 4 ANALÝZA VÝROBNÍCH NÁKLADŮ

Základním cílem téměř každé firmy je vytvoření zisku na základě své výrobní činnosti. Z tohoto základního cíle firmy vyplývá, že jednotlivé části firmy a jednotlivé výrobní projekty by měli být také ziskové – alespoň v ideálním případě.

Podíváme-li se na organizační a výrobní strukturu firmy TRW-DAS, můžeme její výrobu rozdělit do dvou samostatných částí, které se navzájem neovlivňují. Jedna část, v současnosti větší (z hlediska počtu zaměstnanců, počtu vyráběných kusů, výše generovaného objemu tržeb), je zaměřena na výrobu podvozkových prvků řízení pro osobní automobily. Druhá část je zaměřena na výrobu vodících táhel zadní nápravy pro nákladní vozidla.

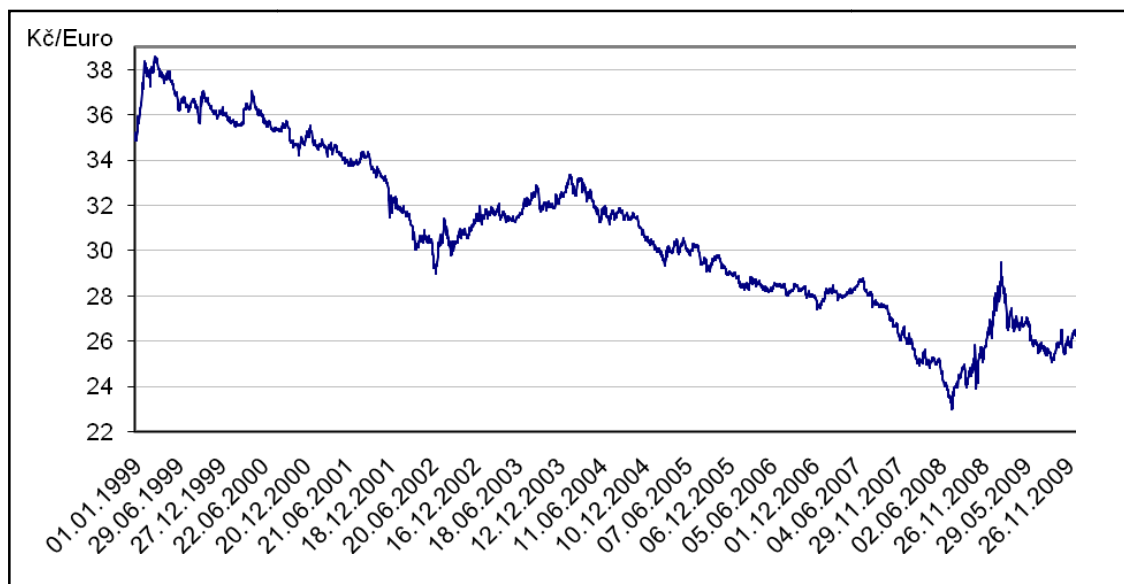
Výroba vodících táhel byla do TRW-DAS převedena v roce 1994. Postupným rozvojem výroby bylo v roce 2000 dosaženo ziskovosti větší než 25%. Od roku 2000 došlo k masivnímu rozvoji výroby pro osobní automobily a vedení firmy začalo věnovat větší pozornost této části výroby. Společným působením několika důležitých vlivů došlo k situaci, že v roce 2009 ziskovost výroby vodících táhel klesla na 0,8% (obr. 4.2). Působící vlivy je možné rozdělit na interní – kdy jsou zapříčiněny postojem a reakcí managementu firmy, a na externí, které vyplývají ze situace na světových trzích a na makroekonomických vlivech.

Interní vlivy:

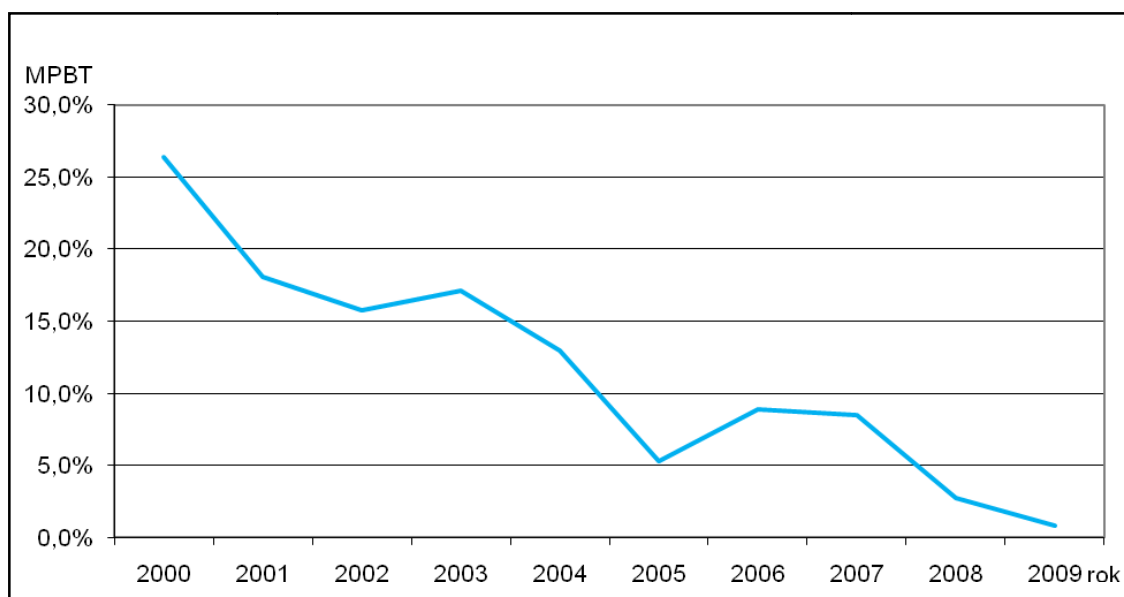
- odklon pozornosti managementu od výroby vodících táhel a z toho vyplývající téměř úplné zastavení dalšího technologického vývoje výroby a výroby;
- nastavení prodejních podmínek, kdy se u nové verze výrobku, po dobu několika let, snižovala prodejní cena až o 3% ročně;
- působením silné odborové organizace dochází k nárůstu mzdových požadavků a tím ke zvýšení nákladů na práci.

Externí vlivy:

- od roku 2000 do roku 2009 posílila Česká koruna k Evropské měně z 36 Kč/Euro na 25 Kč/Euro (obr. 4.1), ale prodejní cena výrobků nekopírovala tuto změnu a zůstávala na stejné výši nebo i klesala;
- rostoucí světové ekonomiky zvyšují poptávku na světových komoditních trzích po surovinách a tím dochází k zvyšování nákladů na vstupní materiál.



Obr. 4.1 Kurz Kč - EURO



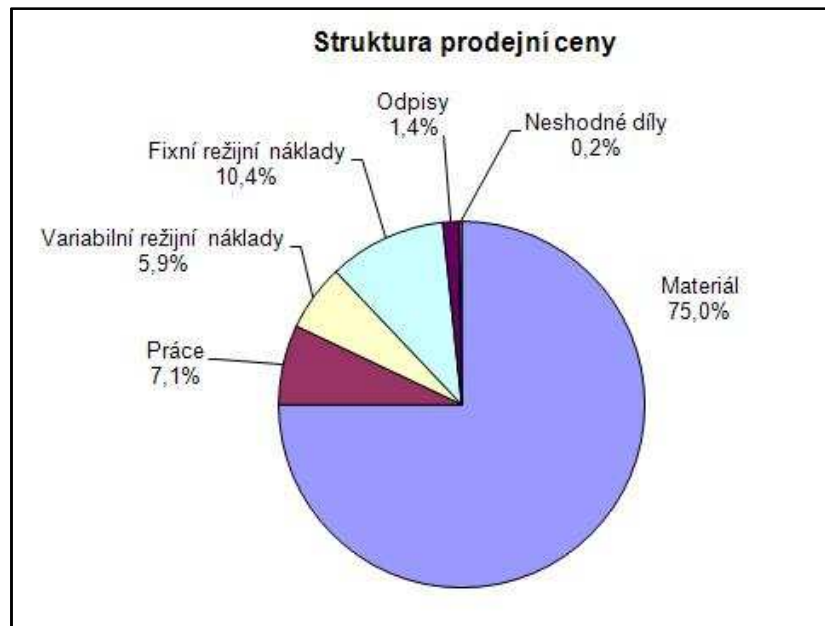
Obr. 4.2 Zisk výroby

#### 4.1 Celkové náklady

Vzhledem k tomu, že portfolio výroby vodících táhel obsahuje přes 400 různých verzí výrobku, je téměř nemožné detailně analyzovat celou výrobu. Z tohoto důvodu jsem zvolil jednoho představitele, kde provedu analýzu výrobních nákladů, navrhnou možná opatření a zhodnotím jejich vliv na ziskovost výroby.

Vzorovým představitelem jsem zvolil vodící táhlo 062-0238-091-364. Rozměrově se jedná o táhlo střední velikosti a je to táhlo s největším výrobním objemem.

Prodejní cena je složena z nákladů (nákladů na materiál, nákladů na práci, režijní náklady fixní a variabilní) a zisku. Abychom věděli, jakým směrem se při hledání úspor máme ubírat, rozčleníme náklady na jednotlivé položky a přehledně uspořádáme do grafu.



Obr. 4.3 Struktura prodejní ceny – rozpad nákladů

Nyní si popíšeme jednotlivé nákladové položky podrobněji a nastíníme možnosti úspor.

**Fixní režijní náklady** – tento náklad představuje podíl na úhradu administrativních nákladů celé firmy, nákladů na úhradu energií na osvětlení, vytápění a ohřev teplé vody a ostatních nákladů (např. likvidace odpadů, úklid, vodné a stočné apod.). Jejich výše vyplývá z velikosti firmy (počet zaměstnanců, velikost výrobních prostor) a její organizační struktury (podíl administrativních pracovníků) ve vztahu k počtu vyrobených kusů výrobků. Je to náklad vyplývající z fyzické existence firmy a jejího zázemí. Možnost změnit velikost tohoto nákladu jsou minimální a jsou pouze v rukou nejvyššího managementu firmy. Jednou z možností jak snížit fixní režijní náklady na jeden kus je zvýšení vyráběného množství výrobků. Je to dáno tím, že fixní režijní náklady jsou, do určité míry, konstantní a nezávislé na vyráběném množství. Z toho vyplývá, že se celková výše fixních režijních nákladů rozpočítá, podle vzorce (1), na větší množství výrobků a tím se sníží jednotková výše fixních režijních nákladů.

$$n_{jFIX} = \frac{N_{FIX}}{Q} \quad (1)$$



$n_{\text{FIX}}$	jednotkové fixní režijní náklady
$N_{\text{FIX}}$	celkové fixní režijní náklady
$Q$	vyrobené množství

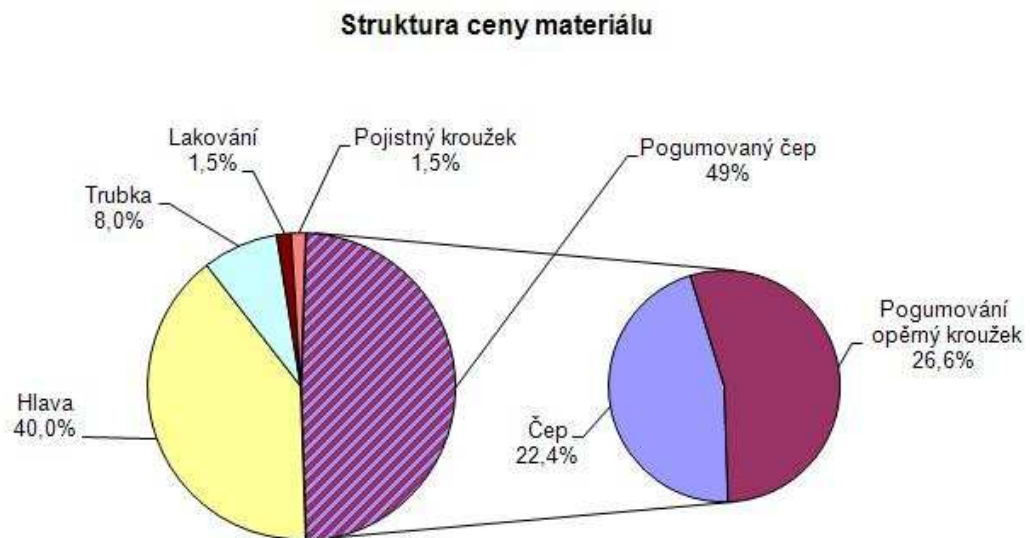
Variabilní režijní náklady – představují náklady na nástroje nářadí a energii spotřebované na výrobu jednoho kusu výrobku. Jejich výše je závislá na složitosti a náročnosti výrobního procesu. Snížení variabilních režijních nákladů je možné cestou nákupu levnějších nástrojů, bohužel to s sebou nese problematiku snížené trvanlivosti a životnosti nástrojů. A z toho vyplývá nižší produktivita práce vlivem častější výměny nástrojů. Jinou cestou je pořízení výkonnějších a efektivnějších strojů, ale zde je problém vysoké investiční náročnosti, kterou dosažené úspory nemusí vynahradit.

Práce – jde o náklady na mzdy pracovníka (pracovníků) přímo se podílejících na výrobě vodícího táhla. S ohledem na trvalý růst mezd zaměstnanců, budou náklady na práci stále růst. Cestou, jak snížit náklady na práci na jeden kus výrobku, je zvýšení produktivity práce a zefektivnění využití pracovního času. Otázkou k zamyšlení v rámci výroby vodících táhel je dosažení limitů kumulované zátěže pracovníka a tím porušení bezpečnostních předpisů BOZP.

Materiál – obsahuje náklady na prořízení veškerých komponentů nutných pro výrobu vodícího táhla, ať ve formě polotovaru, který se obrábí, nebo finálního komponentu, který se pouze montuje do vodícího táhla, anebo nákladu na externí kooperaci technologického procesu, který si firma TRW-DAS nedokáže zajistit vlastními prostředky.

## 4.2 Materiálové náklady

Vodící táhlo 062-0238-091-364 se skládá z několika komponentů. Každý z komponentů má podíl na celkovém nákladu na materiál. Na obr. ## je přehledně, pomocí koláčového grafu, zobrazen podíl jednotlivých komponentů vodícího táhla na celkových materiálových nákladech.



Obr. 4.4 Rozpad materiálových nákladů

Náklady na pojistný kroužek a na lakování táhla zaujímají dohromady 3% podíl z celkových materiálových nákladů táhla. Vzhledem k takto nízkému podílu na nákladech, je v současné době zbytečné se zabývat hledáním úspor u těchto komponent. Jakékoli snížení nákladů na tyto komponenty bude mít zanedbatelný vliv na celkové materiálové náklady a též na ziskovost výrobku.

Náklady na trubku dosahují 8% podílu na celkových materiálových nákladech a snížení ceny trubky bude mít zřetelnější vliv na ziskovost výrobku. Při hledání možností úspor musíme mít na zřeteli, že trubka je klíčový komponent vodícího táhla, protože přenáší veškeré zatížení z provozu vozidla. Materiál trubky musí splňovat požadavky na přepokládané zatížení. Použitá technologie výroby trubky musí zajistit přesnost rozměrů požadovaných pro svařování třením a lisování za tepla a musí být odolná proti vzniku trhlin.

Náklady na pogumovaný čep se skládají ze dvou položek – cena polotovaru a cena pogumování u externí firmy.

Před-úprava obrobeného čepu před pogumováním a vlastní proces nanášení gumy na čep a vulkanizace je natolik složitý, že v Evropě neexistuje rovnocenná náhrada stávajícího dodavatele. Nároky na kvalitu pogumování jsou velmi vysoké, protože pogumované čepy se používají v nákladních vozidlech, kde jsou zatěžovány vysokou hmotností vozidla a zároveň je požadována dlouhá životnost.

Náklady na hlavu představují pouze cenu materiálu a výroby polotovaru. Jelikož polotovar hlavy je vyráběn technologií zápustkového kování, v ceně polotovaru se promítají náklady na obnovu zápustek. Snížení ceny je možné změnou dodavatele polotovarů, který bude ochoten nabídnout nižší cenu.

## 5 NÁVRHY ÚSPOR

### 5.1 Pogumovaný čep

Vhodnou možností, jak získat úsporu v nákladech na výrobu pogumovaného čepu, je použít polotovár, který nebude nutné obrábět. Tolerance rozměrů, kde je nanášena guma, se blíží tolerancím, které je schopný dosáhnout dodavatel při přesném kování. Výsledná úspora nákladů se bude skládat ze dvou částí. První je úspora množství materiálu v polotovaru. Tvar kontury koule a přilehlých ploch bude vykován na hotovo. Tímto opatřením dojde ke snížení hmotnosti polotovaru o 0,25 kg.

Tab. 5.1 Vyhodnocení úspory snížení hmotnosti

	hmotnost [kg]	cena [Kč / kg]	cena [Kč / ks]
Původní varianta	1,855	43,7	81
Nová varianta	1,6	43,7	70
Úspora celkem	0,255		11

Druhou částí úspory je eliminace jednoho kroku obráběcího procesu. Jelikož kontura koule bude vyrobena na hotovo již při kování polotovaru, je možné operaci soustružení kontury koule vypustit. Získáme úsporu z nákladů na provedení operace (náklad na přímou práci) a z nákladů na variabilní režijní náklady.

Tab. 5.2 Vyhodnocení úspory odstranění operace

	Cyklový čas [min]	Náklady [Kč]
Práce	1,126	5,193
Variabilní režijní náklady	(1,126)	8,064
Celkem		13,257

Možná úspora nákladů na výrobu jednoho pogumovaného čepu je součet dílčích úsporných opatření. V našem případě je to 24,257 Kč na jeden vyrobený kus. Při ročním výrobním objemu 20 000 táhel je potenciál úspory 970 280 Kč. Pro získání realistických hodnot, musíme spočítanou výši úspor snížit o náklady na výrobu nového náradí u dodavatele polotovaru.

Tab. 5.3 Vyhodnocení úspory

Potenciál úspory	970 280 Kč
Náklady na nářadí	375 000 Kč
Celkem úspora v prvním roce	595 280 Kč

Technologický proces nanášení gumy na čep probíhá v několika dílčích krocích. V prvním kroku je povrch čepu upraven tryskáním, aby se vytvořila rovnoměrná a jednolitá struktura povrchu. Dalším krokem je důkladné odmaštění a vyprání s cílem dosáhnout kovově čistého povrchu. Před vlastním pogumováním se na povrch koule nanese vrstva materiálu, který slouží jako lepicí vrstva zajišťující spojení mezi kovem čepu a gumou. Posledním krokem je vlastní nanášení gumy a její vulkanizace. Tento krok procesu probíhá ve speciální formě. Proces pogumování čepu je velmi citlivý na množství vlivů, především na kvalitu a čistotu povrchu čepu. Protože při navrženém způsobu snížení nákladů dojde ke změně kvality a struktury povrchu čepu (povrch nebude obroben, ale pouze vykován), musí být tento aspekt konzultován s firmou zajišťující pogumování. Dle vyjádření technologického oddělení firmy je nemožné na neobrobený povrch nanést vrstvu gumy. Důvodem je, že kovaný povrch má nevhodnou povrchovou strukturu a v povrchové vrstvě jsou obsaženy různé nečistoty (vměstky, okuje, mazadla), které brání přilnutí gumy k povrchu čepu a brání správnému průběhu vulkanizace gumy.

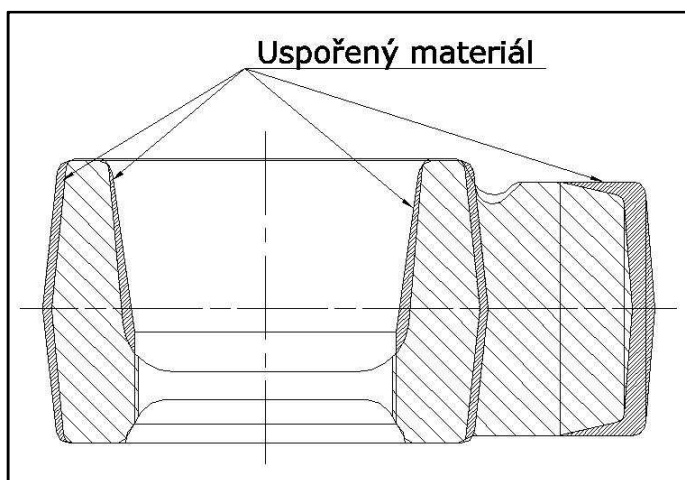
Vzhledem k těmto závažným důvodům je tento návrh úspory nákladů na výrobu čepů zamítnut.

## 5.2 Hlava

Design hlav a požadovaná přesnost obrobení neumožňují změnit žádnou z obráběných ploch na plochu kovanou na hotovo. Velikost přídavků na obrábění je na minimální hranici, kdy ještě splňuje požadavky obou technologických procesů – kování a obrábění. Při hledání úspor nákladů na materiál hlav zbyla, jako nejvhodnější varianta, změna dodavatele polotovarů. Je zřejmé, že takto zásadní změna se nemůže týkat pouze jednoho polotovaru, ale je nezbytné změnu dodavatele aplikovat na celý sortiment výrobků.

Během mnoha let, kdy se vyrábí vodící táhla, bylo do výroby zavedeno mnoho variant hlav a jim příslušných polotovarů. Rozdíly v designu a rozměrech jsou mnohdy zanedbatelné. Situace, kdy dojde ke změně dodavatele polotovarů, vede k úvaze, zdali je možné sjednotit některé díly do jednoho polotovaru, který nahradí několik stávajících. Samozřejmě je nutné aplikovat řadu kompromisů tak, aby výsledný polotovar splnil požadavky jednotlivých výsledných hlav, respektive vodících táhel.

Sjednocením několika polotovarů do jednoho získáme úsporu především v omezení počtu různých zápusťek a tím ve snížení nákladů na výrobu zápusťek a jejich obnovu.



Obr. 5.1 Vizualizace snížení hmotnosti polotovaru

Při vytváření designu jednoho univerzálního polotovaru hlavy (jednoho pro danou velikost) byly také hledány možnosti snížení hmotnosti výkovku. Výsledkem je zmenšení tloušťky stěny hlavy a zkrácení dříku. Tato změna vnějších rozměrů polotovaru hlavy byla u stávajícího dodavatele zvažována, ale náklady na její zavedení přesahovaly dosaženou úsporu nákladů. Avšak nový dodavatel polotovarů musí vyrobít zápustky a je jedno (z hlediska nákladů na zápustku) jaké jsou rozměry polotovaru.

Tab. 5.4 Porovnání ceny polotovarů od dvou dodavatelů

	hmotnost [kg]	cena [Kč / ks]
Alper	3,15	125,25
MMF	2,7	111,50
Úspora celkem	0,45	13,75

Možná úspora nákladů na výrobu jedné hlavy pro svařování třením je 13,75 Kč. Při ročním výrobním objemu 20 000 ks vodících táhel je potenciál úspory 550 000 Kč. Tuto spočítanou výši úspor musíme snížit o jednorázové náklady na výrobu nářadí u dodavatele polotovarů.

Tab. 5.5 Vyhodnocení úspory

Potenciál úspory	550 000 Kč
Náklady na nářadí	375 000 Kč
Celkem úspora v prvním roce	175 000 Kč

### 5.3 Hlava – změna designu

Porovnáme-li vlastnosti táhel svařovaných třením a táhel lisovaných za tepla zjistíme, že:

- z hlediska velikosti dovoleného zatížení není mezi nimi rozdíl – tj. jsou zaměnitelné;
- z hlediska hmotnosti jsou táhla lisovaná za tepla těžší (typicky 0,5 – 2 kg).

Tyto vlastnosti navádějí k možnosti kompletní změny designu táhla a nahradit technologii svařování třením technologií lisování za tepla. Nyní si porovnáme jednotlivé vlastnosti obou typů hlav (případně táhel).

**Materiál:** hlavy pro táhla svařovaná třením musí být z materiálu se zaručenou svařitelností, oproti tomu hlavy pro táhla lisovaná za tepla mohou být z temperované litiny. Nabízí se zde potenciál úspory v rozdílu cen obou materiálů.

**Design hlavy:** hlava pro táhla lisovaná za tepla má vyšší hmotnost, protože její dřík je mnohem delší než dřík hlavy pro táhla svařovaná třením. Důvodem je získání dostatečně velké kontaktní plochy pro lisování.

**Obrábění hlavy:** obrobení dutiny hlavy je u obou variant hlav stejné – dutina má shodný tvar a rozměry. Výrazný rozdíl je při obrábění dříku. Tvar dříku pro svařování třením je složitý z důvodu tepelných a deformačních poměrů při svařování třením. Obráběcí proces soustružení proto vyžaduje použití dvou nástrojů a délka cyklu je úměrná náročnosti tvaru. Oproti tomu, dřík pro lisování za tepla má tvar jednoduchého vlnovce. Při soustružení tvaru postačuje pouze jeden nástroj a délka cyklu je výrazně kratší v porovnání s dříkem pro svařování třením. Nevýhodou je potřeba vyvrtat navrtávací důlek pro hrot koníka. Navrtání důlku se provádí na speciálním jednoúčelovém zařízení v překrytém čase při běhu první operace – soustružení dutiny.

Tab. 5.6 Porovnání nákladů hlav pro svařování třením a hlav pro lisování za tepla

	Hlava pro svařování třením	Hlava pro lisování za tepla	Úspora
Materiál	ST52	EN-GJS-500-7	
Hmotnost	2,7 kg	2,8 kg	-0,1 kg
Cena polotovaru	111,50 Kč	96,55 Kč	14,95 Kč
Náklady obrábění – nástroje	0,924 Kč	0,642 Kč	0,282 Kč
Náklady obrábění - práce	5,465 Kč	2,693 Kč	2,772 Kč
Náklady na svařování / lisování	7,748 Kč	7,526 Kč	0,222 Kč
Celkem			18,226 Kč

Možná úspora nákladů na výrobu jedné hlavy při změně designu z hlavy pro svařování třením na hlavy pro lisování za tepla je 18,226 Kč. Při ročním výrobním objemu 20 000 ks vodících táhel je potenciál úspory 729 040 Kč. Tuto spočítanou výši úspor musíme snížit o jednorázové náklady na výrobu nářadí u dodavatele polotovarů.

Tab. 5.7 Vyhodnocení úspory

Potenciál úspory	729 040 Kč
Náklady na nářadí	375 000 Kč
Celkem úspora v prvním roce	354 040 Kč

## 6 ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ

### 6.1 Pogumovaný čep

Navržená změna designu polotovaru a související změna výrobního postupu přinese, při ročním výrobním objemu 20 000 vodících táhel, roční úsporu ve výši 970 280 Kč. Pokud by se změna designu polotovaru čepu aplikovala na celý výrobní sortiment, dosáhla by roční úspora nákladů na výrobu čepu přibližně 8 milionu Kč.

Vzhledem k problému s pogumováním neobrobeného povrchu čepu je změna designu polotovaru čepu zamítnuta.

### 6.2 Hlava

Změna dodavatele je časově, organizačně a finančně náročná operace. Nový dodavatel výkovků hlav musí splnit především základní požadavek, který podmiňuje změnu dodavatele, a to výrazná úspora v nákladech na polotovar. Vedlejším efektem je možnost provést drobné změny designu polotovaru hlav, které by u stávajícího dodavatele byly příliš nákladné a neefektivní. Navržená změna dodavatele polotovarů hlav přinese, při ročním objemu 20 000 vodících táhel, roční úsporu ve výši 550 000 Kč. Změna dodavatele pouze pro část objemu požadovaných polotovarů je problematická. Proto by bylo vhodné přejít k novému dodavateli s celým sortimentem polotovarů. Celková potenciální roční úspora nákladů na výrobu hlav by dosáhla přibližně 5 milionu Kč.

### 6.3 Hlava – změna designu

Změna designu vodícího táhla z varianty svařované třením na variantu lisovanou za tepla je natolik závažný krok, že je nezbytně nutné nechat změnu schválit od zákazníka.

V rámci výrobního procesu v TRW dojde k přesunu některých výrobních operací na jiná pracoviště. Nejdůležitějším pracovištěm se stane hydraulický lis Dunkes, kde se provádí operace lisování za tepla. Z toho důvodu byla na lisu provedena generální oprava řídicího systému a hydraulického okruhu.

Navržená změna designu vodícího táhla a související změny ve výrobním procesu přinese, při ročním výrobním objemu 20 000 vodících táhel, roční úsporu ve výši 729 040 Kč. Při aplikaci změny designu na celý sortiment vodících táhel, celková potenciální roční úspora nákladů na výrobu vodících táhel by dosáhla přibližně 7 milionu Kč.



## ZÁVĚR

Analýzou struktury nákladů na výrobu vodícího táhla bylo zjištěno, že největší nákladovou položkou je cena materiálu. Detailním sledováním jednotlivých položek materiálu byly vytipovány komponenty s největším podílem na nákladech – hlava a čep. Pro oba komponenty byla navržena úsporná opatření, která mají dosáhnout snížení nákladů na výrobu vodícího táhla.

V průběhu roku 2010 byla navržené opatření aplikována do výroby. V návaznosti na provedené změny došlo ke zvýšení ziskovosti výroby vodících táhel na současných 13,4%.

Tato diplomová práce demonstruje, že je možné, i na první pohled ztrátovou a nerentabilní výrobu, přivést do ziskové oblasti. Předvedené možnosti úspor jsou zaměřeny pouze na náklady na materiál. Jedná se hlavně o nápravné rychlé opatření. Získaný efekt se postupem času, působením vnějších vlivů, vytratí. Do budoucna bude vhodné se zaměřit na oblast přidané hodnoty vodícího táhla. Pokud zákazníkem vnímaná hodnota vodícího táhla bude na vysoké úrovni, bude možné úměrně tomu zvýšit cenu výrobku a firma TRW Dačice bude mít dostatek zakázek a možnost se dále rozvíjet.

## SEZNAM LITERATURY

1. KOČMAN, K. a PROKOP, J. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
2. KOČMAN, K. Speciální technologie obrábění. 3. vyd. Brno: VUT v Brně, Akademické nakladatelství CERM, 2004. 230 s. ISBN 80-214-2562-8.
3. TRW Dačice, Interní dokumenty TRW Dačice
4. JUROVÁ, Marie. *Řízení výroby: Část 1*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 80 s.
5. JUROVÁ, Marie. *Řízení výroby: Část 2*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 136 s.

